

T1/7

1/7/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI

(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008970277 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1992-097546/199213

Gas sensor for measuring concn. of organic vapour in aromatic mixt. - with polysiloxane adsorbent contg. substance forming ions or dipoles over gate, with wide sensitivity range, for alcohol(s), etc. with constant temp.

Patent Assignee: FRAUHOFFER-GES FORDERUNG (FRAU ); WINTER U GASWARNANL (WINT-N); FRAUNHOFER GES FOERDERUNG ANGEWANDTEN (FRAU ); WINTER GASWARNANLAGEN GMBH U (WINT-N)

Inventor: DOBOS K; WENKER D

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4028062	A	19920319	DE 4028062	A	19900905	199213 B
DE 4028062	C2	19940922	DE 4028062	A	19900905	199436

Priority Applications (No Type Date): DE 4028062 A 19900905

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 4028062	A		8		
DE 4028062	C2		8	G01N-027/414	

Abstract (Basic): DE 4028062 A

Sensor uses an FET (1), comprising semiconductor substrate (2) with source (3) and drain (4) and an insulating film (5) on the substrate covered with a metal film with break(s) (6) as gate (7). A change in the threshold potential is used as sensor signal. (a) Outside of the gate (7) is covered with a layer (8) of an adsorbent (I) for the target molecules of vapour of organic molecules, contg. substance (II) producing ions or dipoles; and (b) (I) fills the break(s) of the gate and extends into contact with the insulating layer (5).

USE/ADVANTAGE - Detecting aromatics (e.g. benzene, toluene), alcohols (EtOH, MeOH) esters, ketones (acetone), petrol mixts., ethers (dimethyl ether), aldehydes (HCHO), amines (methyl amine), S cpds. (mercaptans), chlorinated cpds. (trichloroethane) or esp. reactive molecules (ethylene oxide, vinyl chloride or styrene). The measuring range can be adapted to the 0-10 ppm or 0-100 ppm range for toxic substances (benzene, ethylene oxide) to 0-100 ppm, 0-1000 ppm or 0-5000 ppm for less toxic substances (EtOH, ethyl acetate) or larger ranges for explosive substances (0-6000 ppm for petrol mixts., 0-20000 ppm for i-PrOH or even 0-55000 ppm for MeOH). The negative effect of water vapour can be minimised by keeping the operating temp. as constant as possible.

Dwg.1/11

Derwent Class: A89; J04; R16; R46; S03; U12

International Patent Class (Main): G01N-027/414

International Patent Class (Additional): G01N-027/41; H01L-029/78;

H01L-049/02

?



2001 P 3159



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 40 28 062 A 1

⑤ Int. Cl. 5:  
G 01 N 27/414 B2  
H 01 L 29/78  
H 01 L 49/02

⑳ Aktenzeichen: P 40 28 062.4  
㉔ Anm ldetag: 5. 9. 90  
㉕ Offenlegungstag: 19. 3. 92

DE 40 28 062 A 1

㉑ Anmelder:

U. Winter Gaswarnanlagen GmbH, 4600 Dortmund,  
DE; Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

㉒ Vertreter:

Röse, H., Dipl.-Ing.; Kosel, P., Dipl.-Ing.; Sobisch, P.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 3353 Bad Gandersheim

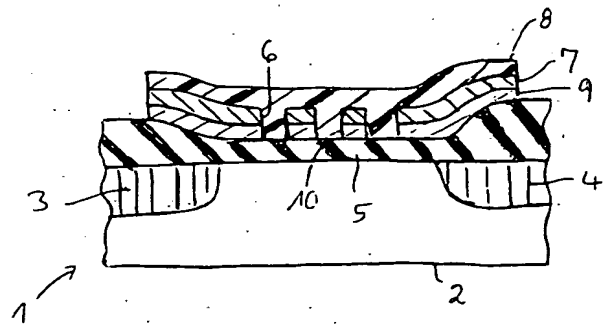
㉓ Erfinder:

Wenker, Dieter, Dipl.-Chem. Dr.; Dobos, Karoly,  
Dipl.-Chem. Dr., 4600 Dortmund, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Gassensoranordnung mit FET mit unterbrochenem Gate

㉕ Eine Sensoranordnung zur Messung von Gaskomponenten benutzt einen FET (1) mit halbleitendem Substrat (2), Source (3), Drain (4), elektrisch isolierender Schicht (5) und Unterbrechungen (6) aufweisender, elektrisch leitender Metallschicht als Gate (7). Zwischen dem Gate (7) und der isolierenden Schicht (5) ist eine die Empfindlichkeit beeinflussende Schicht (9) angeordnet, die mit den Unterbrechungen (6) fluchtende Unterbrechungen (10) aufweist. An der Außenseite des Gates (7) ist eine Deckschicht (8) aus einem Ionen oder Dipole erzeugende Substanz enthaltenden Sorbensmaterial für Zielmoleküle von Dämpfen organischer Verbindungen aufgebracht. Das Material der Deckschicht (8) füllt die Unterbrechungen (6, 10) aus.



DE 40 28 062 A 1

Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei einer bekannten Sensoranordnung dieser Art (DE 29 47 050 C2) können die Teilchen der nachzuweisenden Komponente eines Gasgemisches einerseits mit dem Gate 3 und andererseits durch Löcher 4 des Gates mit der isolierenden Schicht 2 in Berührung kommen. Die Teilchen gelangen auf diese Weise zur Grenzfläche der isolierenden Schicht 2, so daß sie am Rand oder unter dem Gate eine Änderung der Austrittsarbeit verursachen, die sich als Spannungs-, Schwellenspannungs- oder Kapazitätsänderung messen läßt. Unter oder auf dem Gate 3 kann eine die Selektivität für bestimmte Teilchen verbessernde Schicht 16 aufgebracht sein.

Bei dieser bekannten Sensoranordnung kann auch eine Verschiebung des Arbeitspunktes des FET zu einer Änderung der Gate-Source-Spannung führen, die sich dem Meßsignal überlagert. Das Meßsignal kann dann nicht von einer Drift des Arbeitspunktes unterschieden werden. Deshalb eignet sich ein solcher Sensor nur zum Nachweis von Teilchen, bei denen das Meßsignal sehr groß im Vergleich zur üblichen Arbeitspunkt-Instabilität ist.

Aus der DE 31 51 891 C2 ist es an sich bekannt, die unerwünschte Empfindlichkeit der Sensoren auf MIS-Basis gegenüber den durch die elektrisch leitende Metallschicht diffundierbaren Komponenten des Gasgemisches zu beheben. Dazu wird auf das Gate 3 eine gasundurchlässige, passivierende Schicht 5 aufgebracht, die mit Löchern 4 des Gates 3 fluchtende Löcher 6 aufweist. Die passivierende Schicht 5 verhindert, daß  $H_2$  außerhalb der Löcher 4 des Gates 3 an die Metall 3 - Isolator 2' - Grenzschicht gelangen kann. So können katalytische Reaktionen, die einen Einfluß auf das elektrische Verhalten der MIS-Sensoren haben, nur innerhalb der Löcher 4 an den Metall 3 - Isolator 2' - Grenzflächen definiert und kontrolliert stattfinden. Dadurch wird insgesamt die Nachweisempfindlichkeit für die nachzuweisende Komponente erhöht. Nachteilig ist eine Nullpunktsdrift, die sich bei zumindest teilweiser Beaufschlagung des Gates mit Gleichspannung einstellt.

Aus der DE 38 35 339 A1 ist es an sich bekannt, die Gateelektrode aus Teilelektroden 4, 9, 10 aufzubauen, von denen wenigstens einige keine elektrisch leitende Verbindung mit einem Gatekontakt 3 aufweisen. Bei zunehmender Konzentration der Teilchen der nachzuweisenden Komponente treten die Teilelektroden zunehmend in leitende Verbindung mit dem Gatekontakt. Dadurch vergrößert sich der Verstärkungsfaktor. Die Änderung des Verstärkungsfaktors wird als Meßsignal herangezogen. Auch diese Anordnung unterliegt bei zumindest teilweiser Beaufschlagung des Gates mit Gleichspannung einer unerwünschten Nullpunktsdrift.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Einsatzbereich der eingangs genannten Sensoranordnung zu erweitern.

Diese Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der FET ist vorzugsweise als MISFET oder als MOSFET ausgebildet. Die isolierende Schicht kann z. B. aus  $SiO_2$  bestehen. Als Werkstoff für das Gate ist Palladium oder Platin besonders geeignet. Die Unterbrechungen des Gates können je nach dem Einsatzfall in zweckmäßiger Weise gestaltet und über das Gate verteilt werden. Die Unterbrechungen können z. B. auf fotolithografischem Wege hergestellt werden. Die in der Deckschicht enthaltene, Ionen oder Dipole erzeugende

Substanz wird durch die Zielmoleküle teilweise dissoziiert oder solvatisiert, wenn solche Zielmoleküle durch die Deckschicht adsorbiert werden. Für jeden Einsatzfall läßt sich einerseits eine geeignete Deckschicht und andererseits eine geeignete Ionen oder Dipole erzeugende Substanz auswählen. Bei der erwähnten Dissoziation werden Ionenpaare getrennt, oder durch die Solvatisierung wird der Dipolcharakter der Moleküle verändert, und Ionen oder Moleküle mit verändertem Dipolmoment gelangen durch das in den Unterbrechungen des Gates befindliche Sorbensmaterial in der gewünschten Weise an die Metall-Isolator-Grenzflächen.

Nachfolgend werden einige Beispiele für erfindungsgemäß zu detektierende Zielmoleküle angegeben:

- a) Aromaten, z. B. Benzol, Toluol, usw.
- b) Alkohole, z. B. Ethanol, Methanol, usw.
- c) Ester, z. B. Aceton,
- d) Ketone, z. B. Aceton,
- e) Benzingemische,
- f) Ether, z. B. Dimethylether,
- g) Aldehyde z. B. Formaldehyd,
- h) Amine, z. B. Methylamin,
- i) Schwefelverbindungen, z. B. Marcaptane,
- j) chlorierte Verbindungen z. B. Trichlorethan, oder
- k) spezielle reaktive Moleküle, z. B. Ethylenoxid, Vinylchlorid oder Styrol.

Bei der Detektion der Dämpfe organischer Verbindungen sind sehr unterschiedliche Meßbereiche erforderlich.

Sehr toxische Substanzen, z. B. Benzol (TRK-Wert: 5 ppm) oder Ethylenoxid (TRK-Wert: 3 ppm), müssen im unteren ppm-Bereich erfaßt werden, also in Meßbereichen von 0 bis 10 ppm bis 0 bis 100 ppm.

Weniger toxische Substanzen wie Ethanol oder Ethylacetat, werden in Konzentrationen von 0 bis 100 ppm, 0 bis 1000 ppm oder sogar 0 bis 5000 ppm zu erfassen sein.

Wenn es um den Explosionsschutz geht, müssen Konzentrationen von 0 bis 6000 ppm (Benzingemische), 0 bis 20 000 ppm (Isopropanol) oder sogar 0 bis 55 000 ppm (Methanol) überwacht werden.

Um so unterschiedliche Meßbereiche realisieren zu können, müssen einerseits die Dicke der Deckschicht und andererseits das Mischungsverhältnis von Sorbensmaterial und Ionen oder Dipole erzeugender Substanz entsprechend stark variiert werden. Dabei führt eine verhältnismäßig dünne Deckschicht zu kürzerer Ansprechzeit und höherer Empfindlichkeit, allerdings ebenso zu erhöhter Wirkung der Störeinflüsse durch Schwankung der Umweltbedingungen. Eine Erhöhung des Anteils der Ionen oder Dipole erzeugenden Substanz führt zu einer höheren erreichbaren elektrischen Leitfähigkeit.

Anspruch 2 gibt Anhaltspunkte für die Dicke der Deckschicht.

Gemäß Anspruch 3 läßt sich der negative Einfluß von Wasserdampf auf das Meßergebnis minimieren. Dabei soll allerdings eine einmal eingestellte Arbeitstemperatur möglichst konstant gehalten werden.

Die Materialien gemäß den Ansprüchen 4 bis 6 sind für die Durchführung der Erfindung besonders vorteilhaft.

Die Anordnung und Ausgestaltung der die Empfindlichkeit beeinflussenden Schicht gemäß den Ansprüchen 7 bis 9 ist in bestimmten Einsatzfällen vorteilhaft.

Die Löcher gemäß Anspruch 10 können z. B. quadratisch ausgebildet sein.

Gemäß Anspruch 11 lassen sich die Abstände der Teilelektroden voneinander nach Zweckmäßigkeit gestalten. Die Abstände können insbesondere gleich sein oder nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit zunehmen oder einer statistischen Verteilung genügen.

Mit den Mitteln des Anspruchs 12 gelingt es, die Nullpunktsdrift des Sensorsignals zumindest annähernd vollständig zu unterdrücken. Jeder Gleichspannungsanteil führt zu einer gewissen Nullpunktsdrift, die für eine zuverlässige Detektion aber nicht tragbar ist.

Gemäß Anspruch 13 kann ein gut amplitudenstabiler Oszillator von z. B. 1 kHz verwendet werden.

Gemäß Anspruch 14 wird durch den Effektivwert der pulsierenden Gleichspannung die Auswertung des Sensorsignals erleichtert und verbessert.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Es zeigt:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform des FET,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform des FET,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine wiederum andere Ausführungsform des FET,

Fig. 4 bis 8 jeweils unterschiedliche Ausbildungen und Anordnungen der Unterbrechungen des Gates,

Fig. 9 ein Schaltschema für die Sensoranordnung,

Fig. 10 die Draufsicht auf eine andere Ausführungsform des FET ohne Deckschicht und

Fig. 11 die Schnittansicht nach Linie XI-XI in Fig. 10 in vergrößerter Darstellung.

In Fig. 1 weist ein Feldeffekttransistor (FET) 1 ein halbleitendes Substrat 2, z. B. aus Silicium, mit Source 3 und Drain 4 auf, die durch entsprechende Dotierung entstanden sind. Auf dem Substrat 2 befindet sich eine isolierende Schicht 5, z. B. aus  $\text{SiO}_2$ . Auf die isolierende Schicht 5 ist eine mit durchgehenden, als Löcher ausgebildeten Unterbrechungen 6 versehene, elektrisch leitende Metallschicht als Gate 7 aufgebracht. Das Gate 7 besteht vorzugsweise aus Palladium.

Auf dem Gate 7 befindet sich eine Deckschicht 8 mit einem Sorbensmaterial für Zielmoleküle von Dämpfen organischer Verbindungen. Dem Sorbensmaterial ist eine Ionen oder Dipole erzeugende Substanz beige-mischt. Die Unterbrechungen 6 sind mit dem Material der Deckschicht 8 gefüllt.

In Fig. 2 ist zwischen der isolierenden Schicht 5 und dem Gate 7 eine die Empfindlichkeit der Sensoranordnung gegenüber einer bestimmten Komponente des Gasgemisches beeinflussende Schicht 9, z. B. aus Titan, angeordnet. Die Schicht 9 weist mit den Unterbrechungen 6 des Gates 7 fluchtende, als Löcher ausgebildete Unterbrechungen 10 auf, die ebenfalls mit dem Material der Deckschicht 8 ausgefüllt sind.

In allen Figuren der Zeichnungen sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszahlen versehen.

Gemäß Fig. 3 ist die die Empfindlichkeit beeinflussende Schicht 9 zwischen dem Gate 7 und der Deckschicht 8 angeordnet.

Die Fig. 4 bis 8 zeigen unterschiedliche Ausbildungen und relative Anordnungen der als Löcher ausgebildeten Unterbrechungen 6 des Gates 7. Die Unterbrechungen 6 sind jeweils quadratisch ausgebildet, so daß ihre Breite 11 gleich ihrer Länge 12 ist. Auch die Breitenabstände 13 der Unterbrechungen 6 untereinander sind jeweils gleich den Längenabständen 14 der Löcher 6 voneinander. Vorzugsweise sind Breite 11, Länge 12, Breitenabstand 13 und Längenabstand 14 auch untereinander

gleich.

In den Fig. 4 und 5 beträgt dieses gleiche Maß z. B. 3,5  $\mu\text{m}$ . In den Fig. 6 bis 8 beträgt das gleiche Maß dagegen jeweils nur 1,5  $\mu\text{m}$ .

In Fig. 4 sind die sich in der Längsrichtung 15 erstreckenden Spalten der Unterbrechungen 6 jeweils um eine ganze Unterbrechungsteilung gegeneinander in der Längsrichtung versetzt. In Fig. 5 fluchten die Unterbrechungen 6 der benachbarten Lochspalten in der Breitenrichtung 16 miteinander. In Fig. 6 sind die Spalten der Unterbrechungen 6 in der gleichen Weise wie in Fig. 4 angeordnet. In Fig. 7 sind benachbarte Spalten der Unterbrechungen 6 in der Längsrichtung 15 jeweils um eine halbe Länge 17 der Unterbrechungen 6 gegeneinander versetzt. In Fig. 8 schließlich entspricht die relative Anordnung der Spalten der Unterbrechungen 6 derjenigen in Fig. 5.

Das Schaltschema gemäß Fig. 9 zeigt einen gut amplitudenstabilen Oszillator 18, dem ein Impedanzwandler 19 nachgeschaltet ist. Der Oszillator 18 und der Impedanzwandler 19 werden durch eine Gleichspannungsquelle 20 versorgt. Am Ausgang des Impedanzwandlers 19 und damit am Pluspol eines Kondensators 21 steht daher eine Wechselspannung mit Gleichspannungsanteil an. Dagegen gibt der Minuspol des Kondensators 21 eine reine Wechselspannung auf das Gate 7 des FET 1, wie dies für den Punkt 22 mit dem schematischen Wellenzug angedeutet ist. Auf diese Weise ist der FET 1 praktisch frei von Nullpunktsdrift.

Der Drain 4 des FET 1 und die Gleichspannungsquelle 20 sind mit einer Betriebsspannungsstabilisierung 23 verbunden. Andererseits ist der Drain 4 über eine Leitung 24 mit einem Präzisionsgleichrichter 25 verbunden. Für einen Punkt 26 der Leitung 24 nach dem Minuspol eines Kondensators 30 ist schematisch angedeutet, daß dort eine pulsierende Gleichspannung ansteht.

Ein Ausgang 27 des Präzisionsgleichrichters 25 liefert, wie dort schematisch angedeutet, den konstanten Effektivwert der pulsierenden Gleichspannung, der über eine Leitung 28 in eine Auswerteschaltung 29 eingegeben wird.

Die Fig. 10 und 11 zeigen eine weitere Ausführungsform des FET 1.

In Fig. 10 sind zur Verdeutlichung sowohl die Deckschicht als auch die isolierende Schicht nicht dargestellt. Die Source 3 ist mit einem Sourcekontakt 31, der Drain 4 mit einem Drainkontakt 32 und das Gate 7 mit einem Gatekontakt 33 verbunden. Das Gate 7 weist zahlreiche Teilelektroden 34 auf, zwischen denen jeweils ein Abstand besteht. Diese Abstände definieren insgesamt eine zusammenhängende Unterbrechung 35, die gemäß Fig. 11 mit dem Material der Deckschicht 8 ausgefüllt ist.

Wie insbesondere Fig. 10 verdeutlicht, fluchten mit Source 3, Drain 4 und Gatekontakt 33 jeweils einige der Teilelektroden 34 jeweils mit einem Teil ihrer Fläche.

Die Fig. 11 verdeutlicht die unregelmäßigen Abstände zwischen den Teilelektroden 34.

Die Teilelektroden könnten auch z. B. quadratisch ausgebildet und in Zeilen und Spalten entsprechend den Unterbrechungen 6 in den Fig. 4 bis 8 angeordnet sein.

In allen Fällen führen die Teilchen der nachzuweisenden Komponente des Gasgemisches dazu, daß schließlich die Teilelektroden 34 elektrisch leitend miteinander verbunden werden und ein wirksames Gate 7 entsteht.

## Patentansprüche

1. Sensoranordnung zur Messung der Konzentration wenigstens einer Komponente eines Gasgemisches durch Verwendung eines Feldeffekttransistors (FET) (1), der ein halbleitendes Substrat (2) mit Source (3) und Drain (4), auf dem Substrat (2) eine elektrisch isolierende Schicht (5) und an der Außenseite der isolierenden Schicht (5) eine mit wenigstens einer Unterbrechung (6; 35) versehene, elektrisch leitende Metallschicht als Gate (7) aufweist, wobei die zu messende wenigstens eine Komponente des Gasgemisches an dem gasempfindlichen FET (1) eine Schwellenspannungsänderung bewirkt, die als Sensorsignal (s. 27) ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Außenseite des Gates (7) eine Deckschicht (8) aus einem eine Ionen oder Dipole erzeugende Substanz enthaltenden Sorbensmaterial für Zielmoleküle von Dämpfen organischer Verbindungen aufgebracht ist, und daß das Material der Deckschicht (8) die wenigstens eine Unterbrechung (6; 35) des Gates (7) ausfüllt und sich bis in Berührung mit der isolierenden Schicht (5) erstreckt.
2. Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Deckschicht (8) 1 bis 2000 µm, vorzugsweise 10 bis 500 µm, beträgt.
3. Sensoranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitstemperatur des FET (1) 50 bis 100°C beträgt.
4. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Deckschicht (8) als Sorbensmaterial Polymere, z. B. auf Polysiloxan- oder Polyethylenglycol-Basis, dienen, die als stationäre Phasen in der Gaschromatographie verwendet werden.
5. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Ionen oder Dipole erzeugende Substanz mit Ionenpaaren oder Dipolmolekülen aus einem positiven Triphenyl-Carbenium-Ion (Trityl-Ion) und einem organischen Fluorid, z. B. Trifluoressigsäure, als negativem Ion.
6. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Ionen oder Dipole erzeugende Substanz mit Ionenpaaren oder Dipolmolekülen aus einem positiven Trityl-Ion und einem Fluorid als negativem Ion.
7. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß entweder zwischen dem Gate (7) und der isolierenden Schicht (5) oder zwischen dem Gate (7) und der Deckschicht (8) eine die Empfindlichkeit der Sensoranordnung gegenüber einer bestimmten Komponente des Gasgemisches beeinflussende Schicht (9) angeordnet ist, daß die die Empfindlichkeit beeinflussende Schicht (9) wenigstens eine mit der wenigstens einen Unterbrechung (6; 35) des Gates (7) fluchtende Unterbrechung (10) aufweist, und daß das Material der Deckschicht (8) die wenigstens eine Unterbrechung (10) der die Empfindlichkeit beeinflussenden Schicht (9) ausfüllt.
8. Sensoranordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die die Empfindlichkeit beeinflussende Schicht (9) 5 bis 100 nm dick ist.
9. Sensoranordnung nach Anspruch 7 oder 8, da-

durch gekennzeichnet, daß die die Empfindlichkeit beeinflussende Schicht (9) aus Aluminium oder Gold oder Kupfer oder Titan besteht.

10. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gate (7) eine Vielzahl von als Löcher ausgebildeten Unterbrechungen (6) aufweist.

11. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Gate (7) wenigstens eine Unterbrechung (35) als Zwischenraum zwischen Teilelektroden (34) des Gates (7) aufweist.

12. Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Gate (7) eine reine Wechselspannung (s. 22) ohne Gleichspannungsanteil liegt.

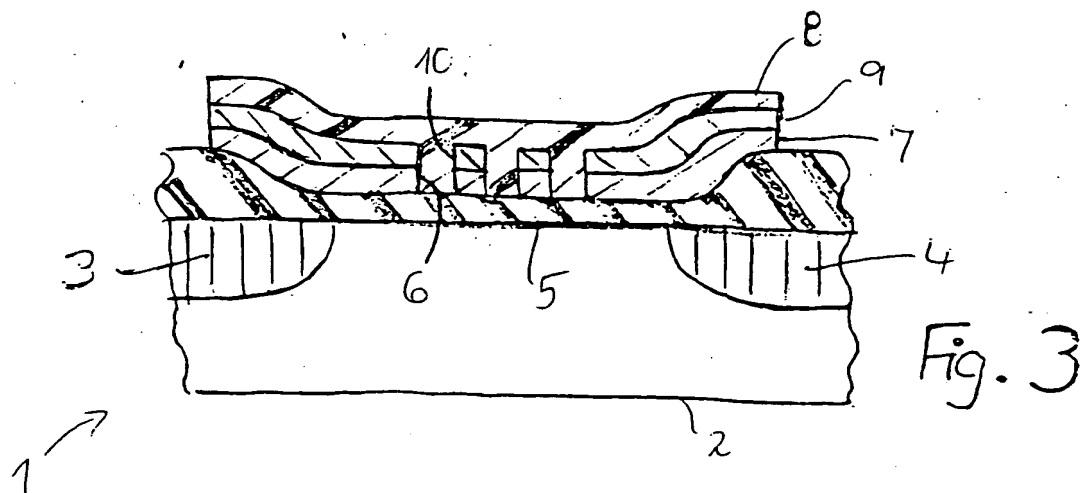
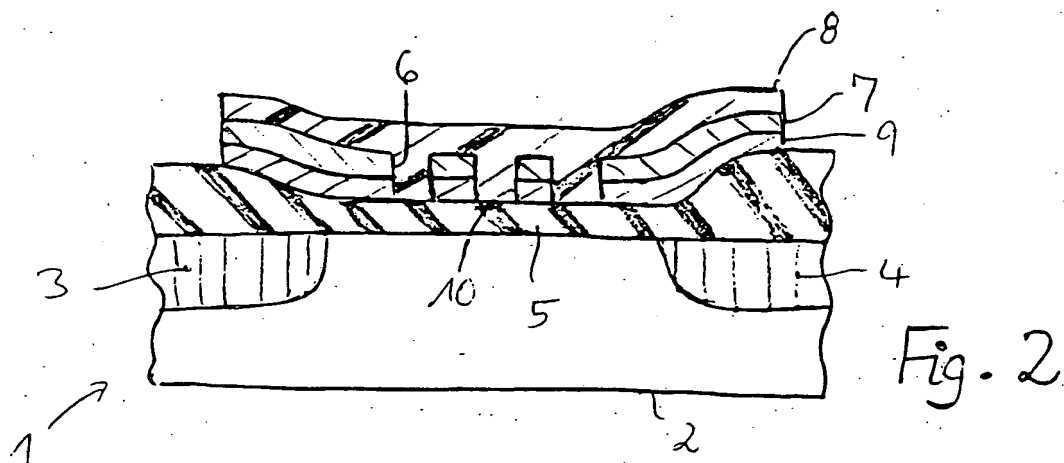
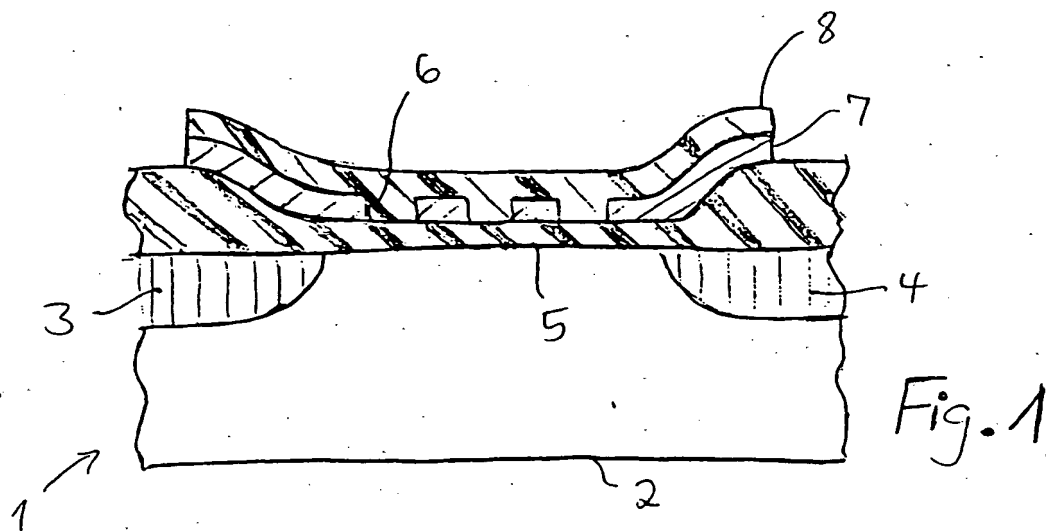
13. Sensoranordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Oszillator (18) über einen Impedanzwandler (19) und einen Kondensator (21) mit dem Gate (7) verbunden ist.

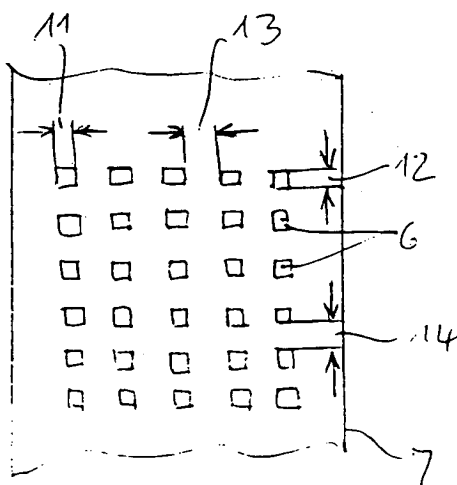
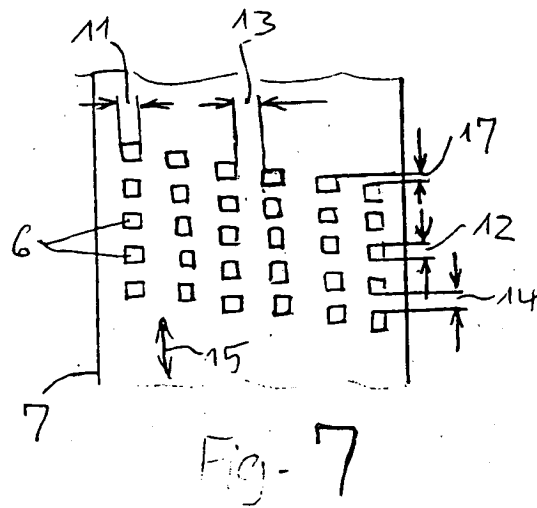
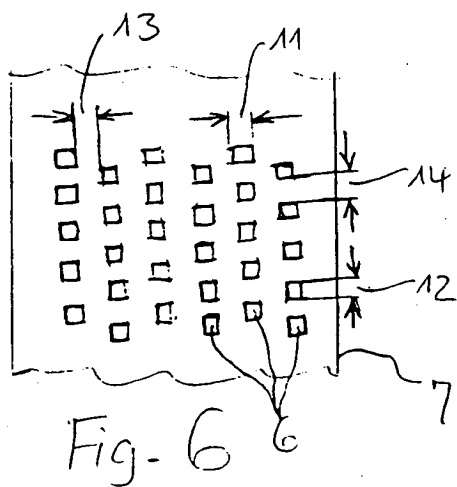
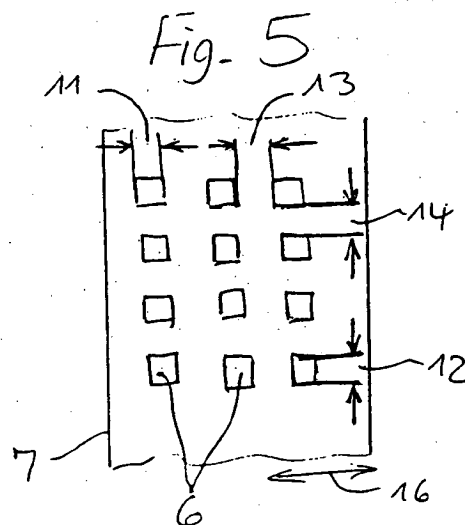
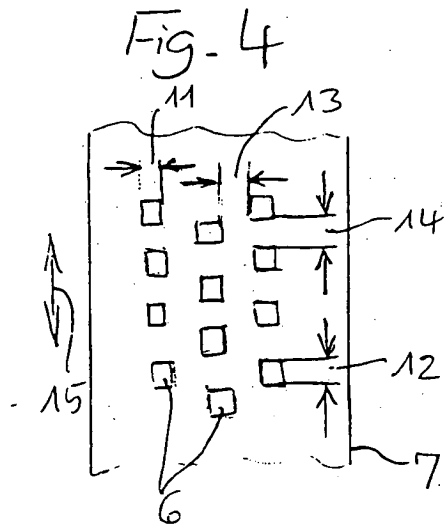
14. Sensoranordnung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß am Ausgang des FET (1) hinter einem Kondensator (30) als Sensorsignal eine pulsierende Gleichspannung (s. 26) auftritt, und daß aus der pulsierenden Gleichspannung (s. 26) in einem Präzisionsgleichrichter (25) der Effektivwert der pulsierenden Gleichspannung (s. 27) gebildet und in eine Auswerteschaltung (29) eingegeben wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---







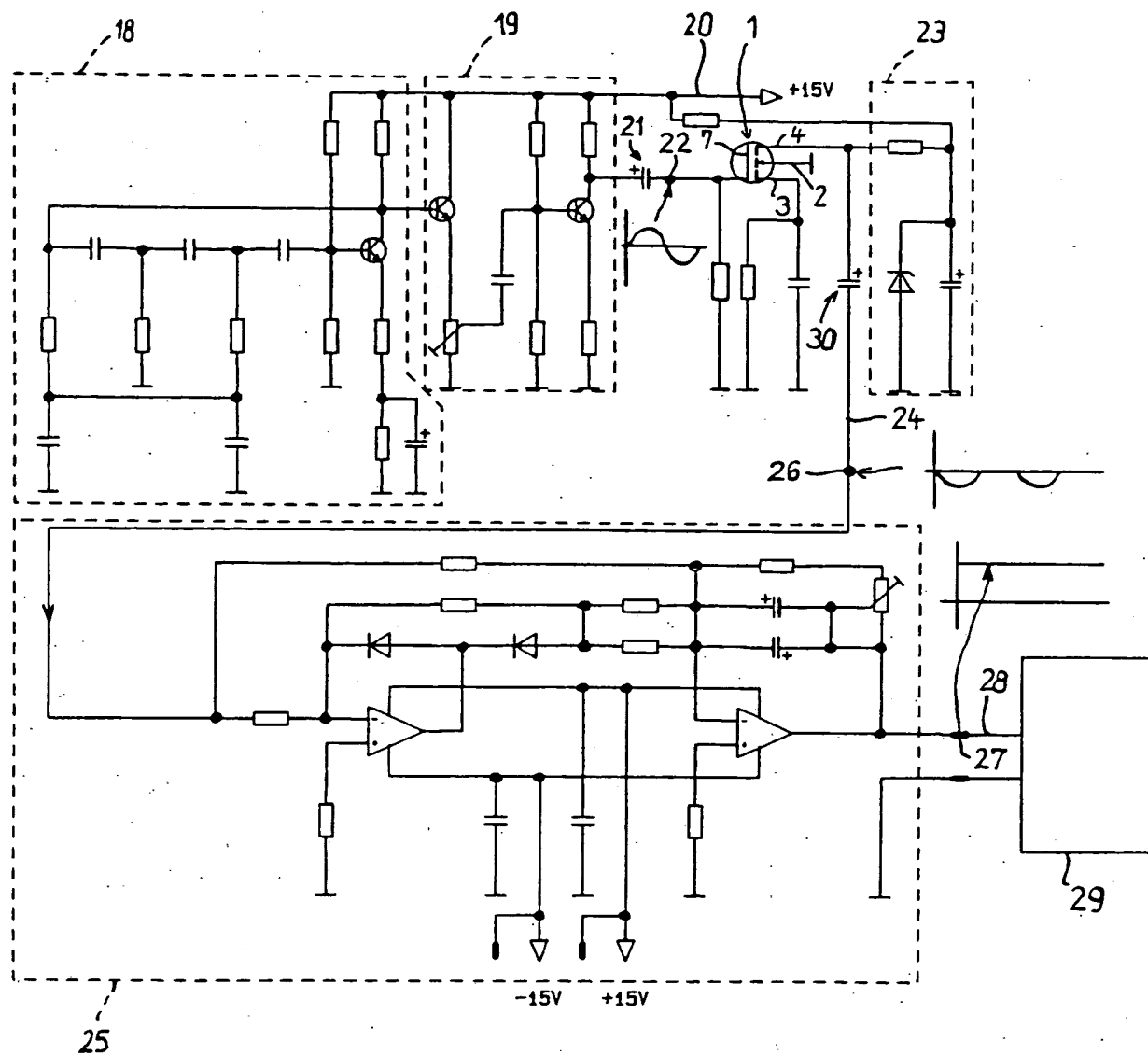


Fig. 9

Fig. 10

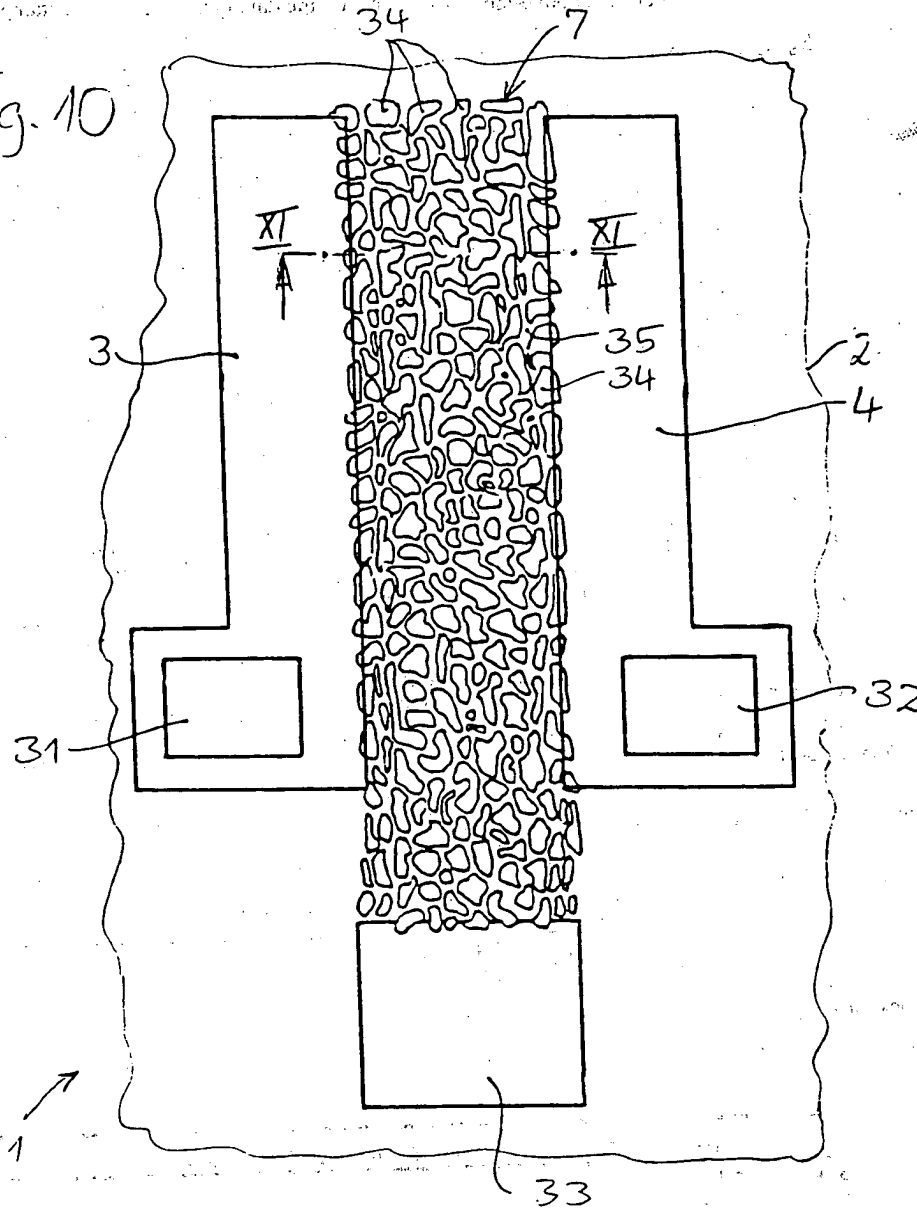


Fig. 11

